

# **Modulare Bauweise von Brennstoffzellensystemen für Fahrzeuge**

VDI Business Talks 2008, Hannovermesse International April 2008

**DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte  
Dipl.-Ing. Andreas Brinner, Dipl.-Ing. FH Tilo Maag**

**Pfaffenwaldring 38-40, D-70569 Stuttgart**

**Tel: ++(0)711 6862 574 / 298**

**Fax: ++(0)711 6862 1574 / 258**

**Internet: [www.dlr.de/fk](http://www.dlr.de/fk)**



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft



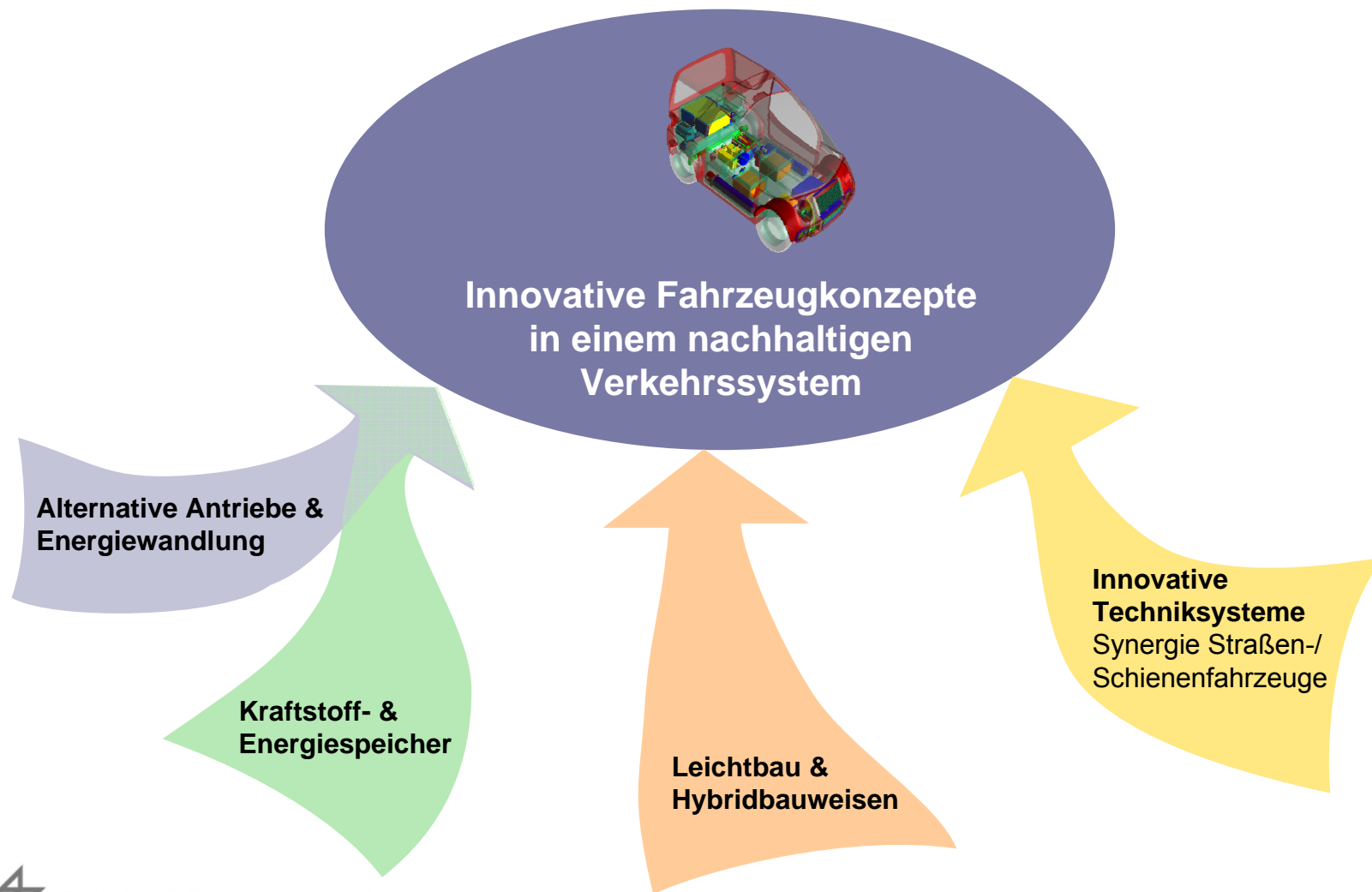
# Vortragsinhalt

- **Kurzvorstellung des DLR-Instituts für Fahrzeugkonzepte**
- **Motivation zur Nutzung von Brennstoffzellensystemen in Fahrzeugen**
- **Kurze Erläuterung des Brennstoffzellen-Funktionsprinzips**
- **Brennstoffzellen-Systemkonzepte für Kleinfahrzeuge**
- **Brennstoffzellen-Systemkonzepte für KFZ am Beispiel des DLR-Versuchsträgers HyLite**



# Das Institut für Fahrzeugkonzepte

Professor Horst E. Friedrich



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag  
Institut für Fahrzeugkonzepte

April 2008



# Forschungsfelder Ziele

## **Alternative Antriebe und Energiewandlung**

Schaffen der Voraussetzungen für energieeffiziente und schadstoffarme Energieversorgungssysteme heutiger und zukünftiger Fahrzeugkonzepte.

## **Kraftstoff- und Energiespeicherung**

Darstellung von Speicherkonzepten höherer Leistungsfähigkeit, z. B. Energiedichte, Gestaltfreiheit oder Betankung.

## **Leichtbau und Hybridbauweisen**

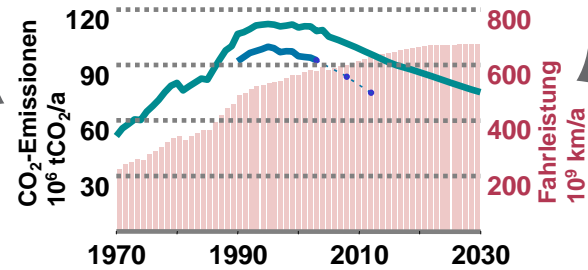
Erforschung und Entwicklung neuer Fahrzeugbauweisen unter Berücksichtigung innovativer Werkstoff- und Verarbeitungstechnologien oder Einbeziehung funktionaler Effekte.

## **Innovative Techniksyste**

Analyse, Bewertung und Beschreibung von Fahrzeugkonzepten. Ausnutzung von Synergien Straßen-/Schienenverkehr.



# Vision: CO<sub>2</sub>-Reduktion



Erhöhung der  
Energieeffizienz

Stoßrichtungen

Reduzierung der  
Fahrwiderstände

Synthese



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

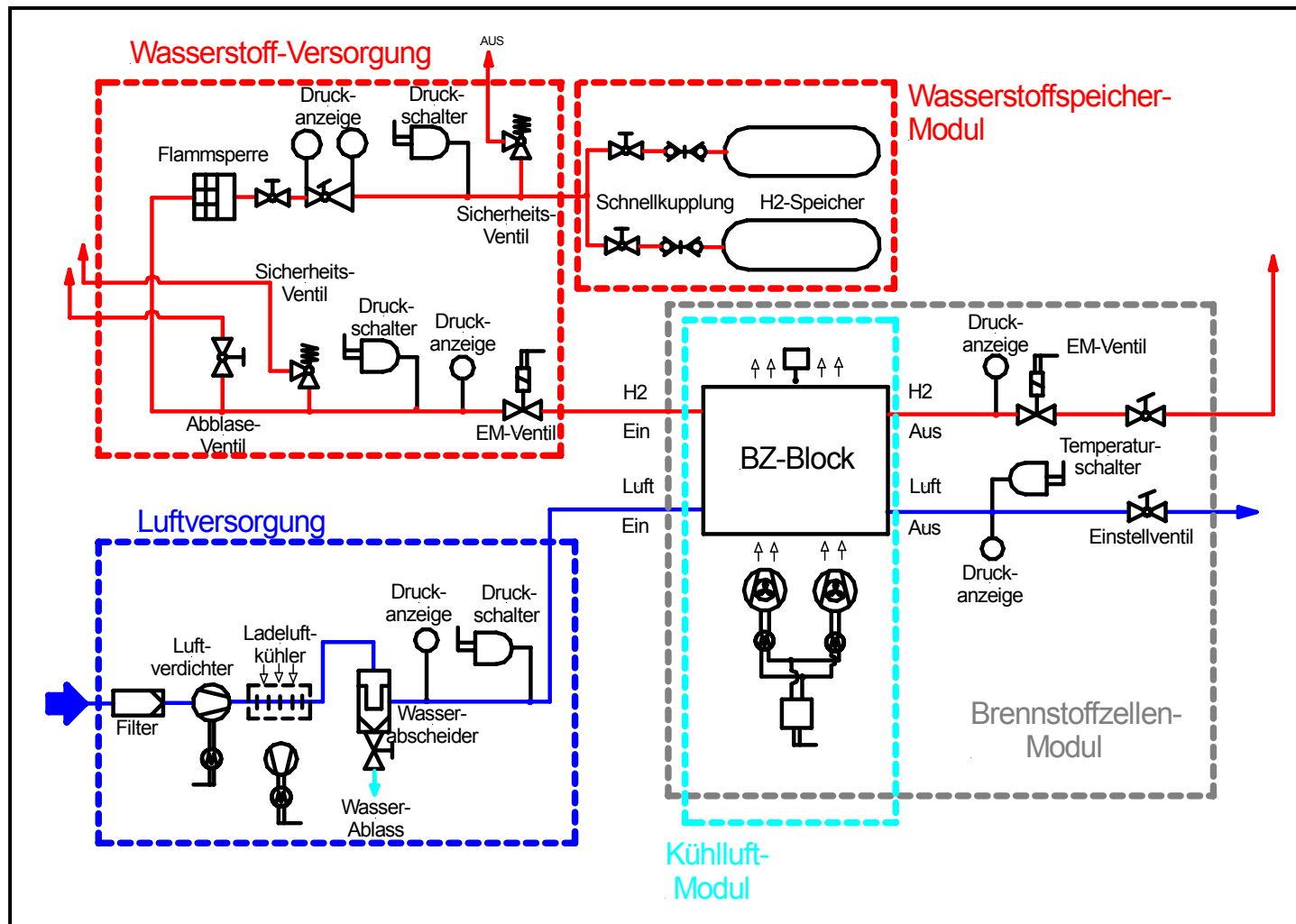
Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag  
Institut für Fahrzeugkonzepte

April 2008



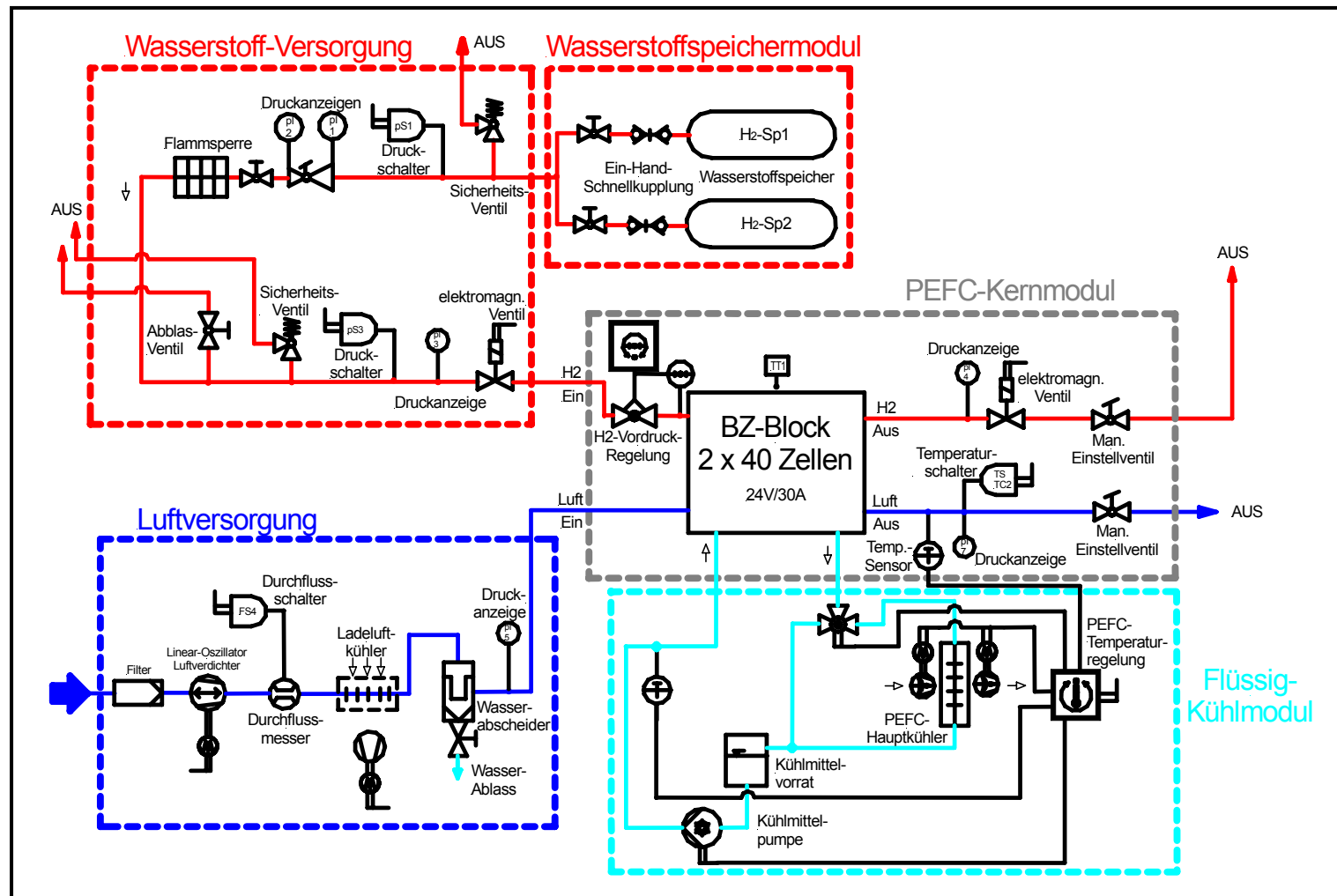
# Kleinfahrzeuge mit H<sub>2</sub>-Luft-Bz-Energieversorgung

## Blockschaltbild eines luftgekühlten PEFC-Systems



# Kleinfahrzeuge mit H<sub>2</sub>-Luft-Bz-Energieversorgung

## Blockschaltbild eines wassergekühlten PEFC-Systems





# Modularisierung und Standardisierung

## Modularisierung mit kompakten Teilsystemen:

- Wasserstoff-Speichermodule
- Wasserstoff-Versorgungsmodul
- Luft-Versorgungsmodul
- PEFC-Systemmodul
- Kühlmodul (Luftkühlung im Systemmodul, Flüssigkühlung separat)
- Steuerungs-/Energieanpassungsmodul

## Standardisierung mit verwechslungssicheren Modulverbindungen:

- Medienverschlauchung/-verrohrung
- Steuersignalverkabelung
- Leistungsübergabeverkabelung



# Kleinfahrzeuge mit H<sub>2</sub>-Luft-Bz-Energieversorgung

## Fahrzeugbeispiele des DLR

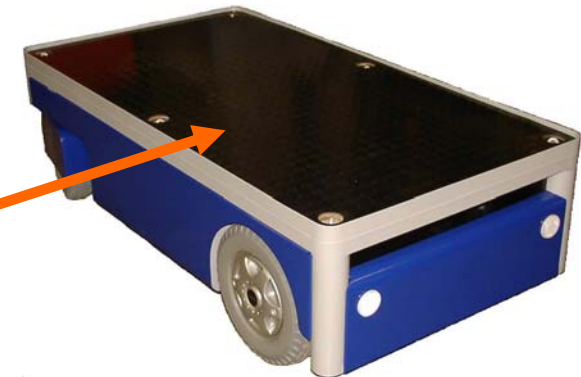
Vorfeld-Kleintransporter  
für Flughäfen



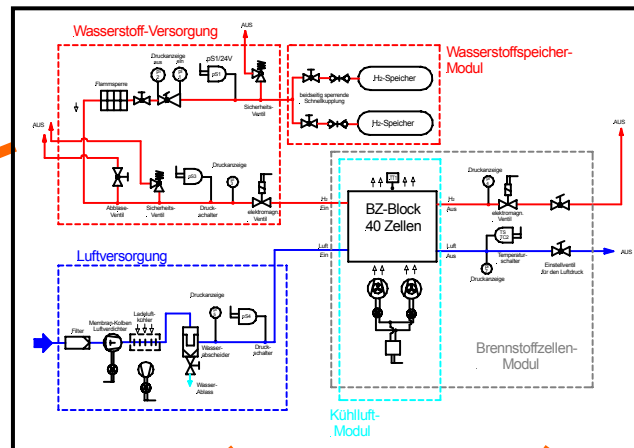
Verkehrserziehungsfahrzeug



Fahrerloses Transportsystem



Elektro-Roller

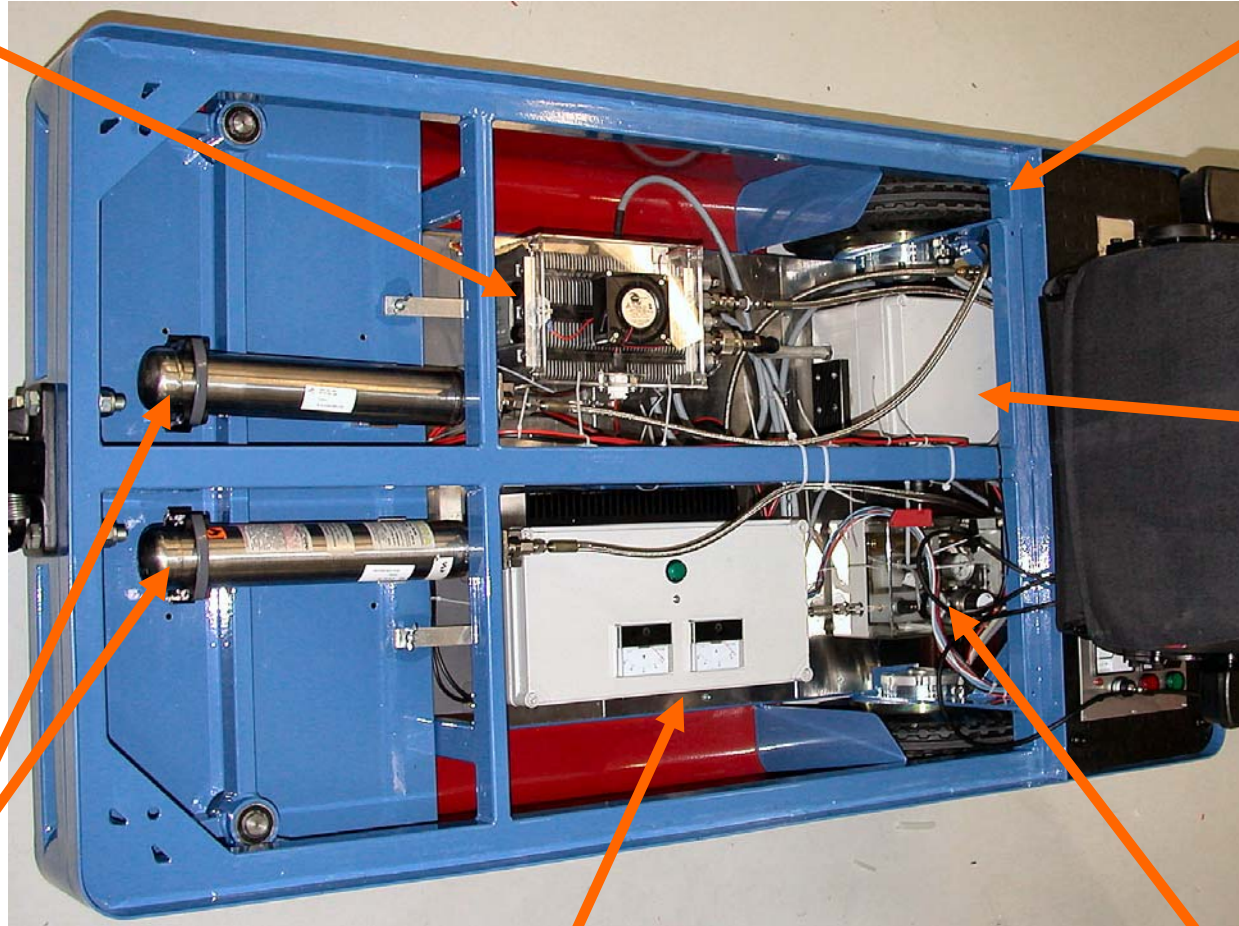


# Kleinfahrzeuge mit H<sub>2</sub>-Luft-Brennstoffzellensystem

VFF-Integration des 1,5 / 0,5 kW H<sub>2</sub>-PEFC Hybridsystems

PEFC-Systemmodul

Elektroantrieb



Luft-Versorgungsmodul

H<sub>2</sub>-Speichermodule

Steuerungsmodul

H<sub>2</sub>-Versorgungsmodul



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

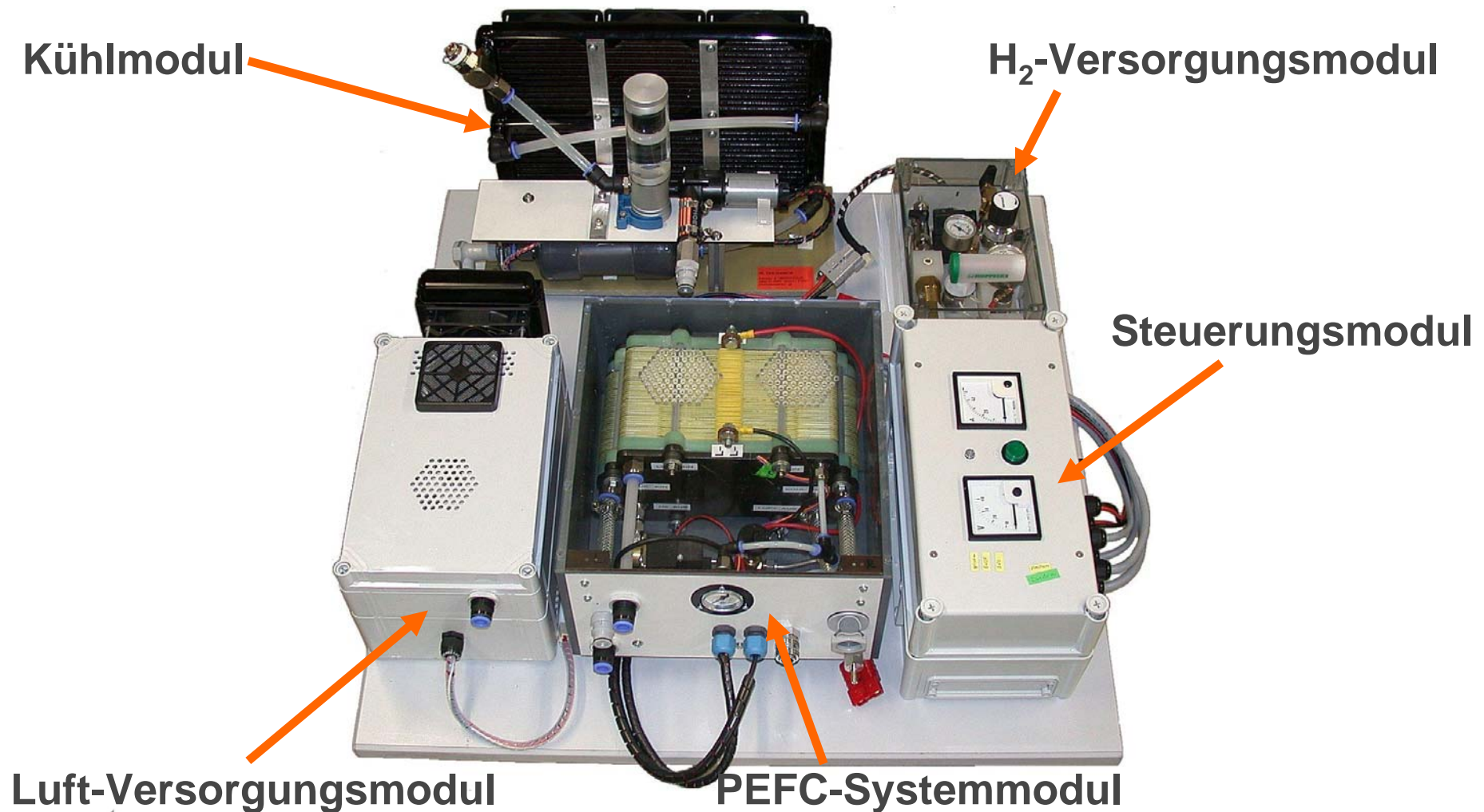
Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag  
Institut für Fahrzeugkonzepte

April 2008



# Kleinfahrzeuge mit H<sub>2</sub>-Luft-Bz-Energieversorgung

## 1,2 kW<sub>e</sub> Brennstoffzellen-System für den Fahrzeugeinsatz





## Vorfeldfahrzeug VFF mit Brennstoffzellen-Hybridantrieb



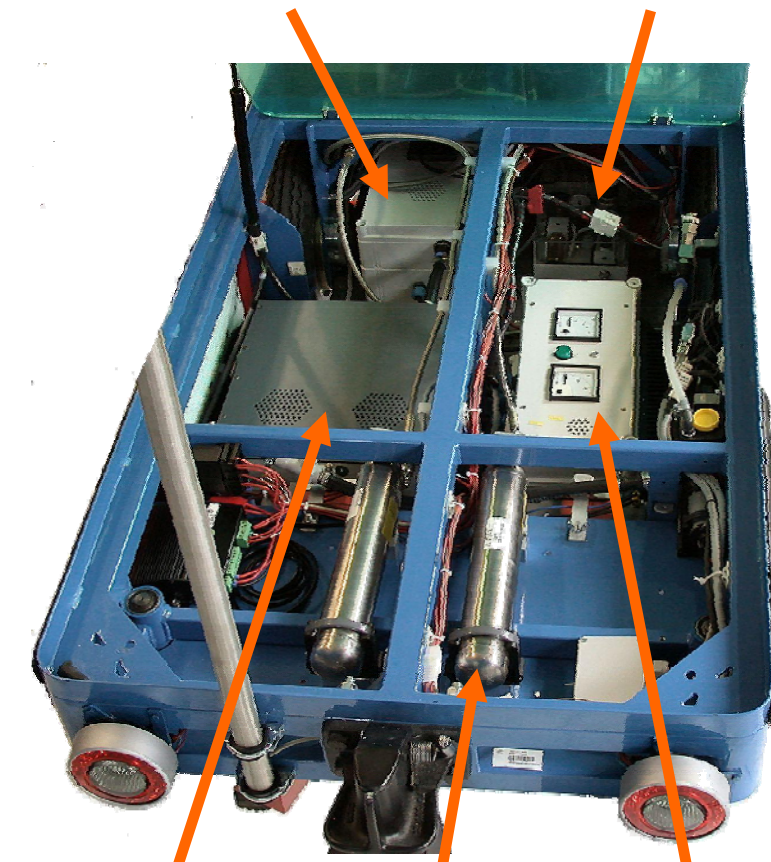
### Fahrzeugbesonderheiten:

- Brennstoffzellen-Energieversorgung
- Leistung: 1,2 kW<sub>n</sub> / 3,0 kW<sub>p</sub>
- Fahrzeugsteuerung per Joystick
- Frontantrieb mit 2 Radnabenmotoren
- Frei bewegliche Hinterräder
- Energiesparende LED-Beleuchtung



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Luft-Versorgungsmodul      H<sub>2</sub>-Versorgungsmodul



PEFC-Systemmodul

Steuerungsmodul

H<sub>2</sub>-Speichermodule



# Vorfeldfahrzeug VFF mit Brennstoffzellen-Hybridantrieb

## Evolution der Brennstoffzellen-Leistung



0,5 kW<sub>nom</sub>



0,75 kW<sub>nom</sub>



1,2 kW<sub>nom</sub>



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag  
Institut für Fahrzeugkonzepte

April 2008

# Modulbaureihen für Brennstoffzellensysteme

## Luftversorgung



1200W



750W



500W



300W



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

## Systemsteuerung

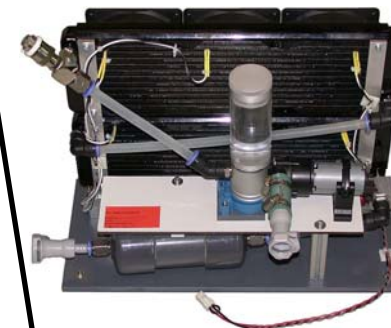


300W – 1200W



## Wasserstoffversorgung

## Systemkühlung



800W -  
1200W

Flüssig



500W-  
800W

Luft

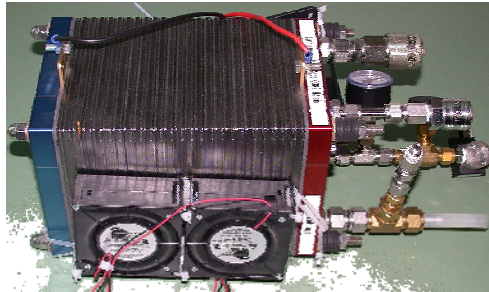


300W-  
500W

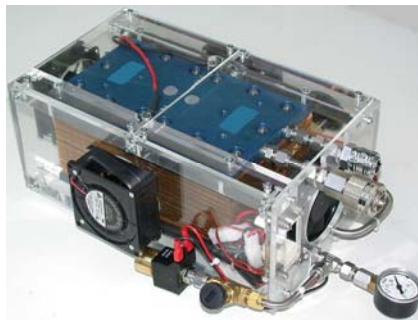


# Brennstoffzellen-Kernmodule im Leistungsbereich 0,3 – 1,2kW

## Luftgekühlt



560W



500W

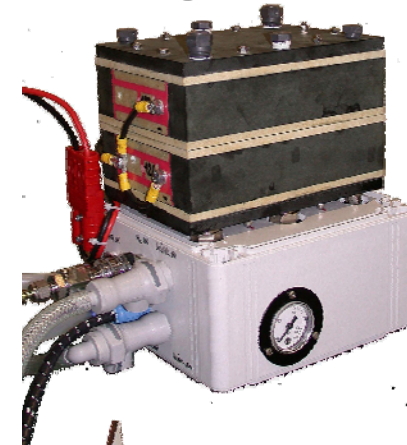


200W  
450W

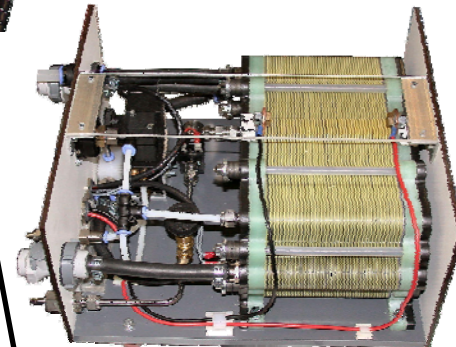


Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

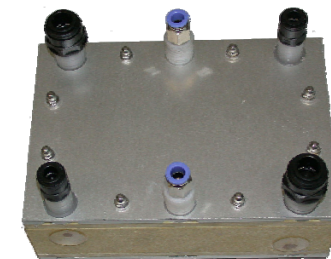
## Wassergekühlt



720W -  
1440W



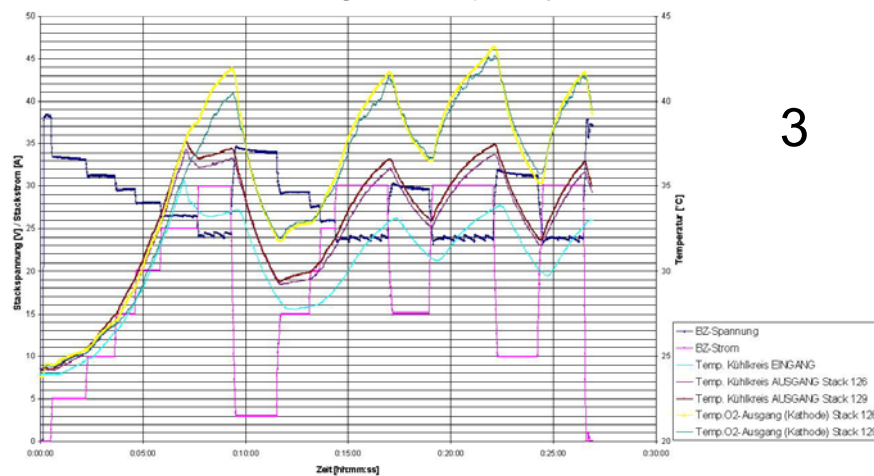
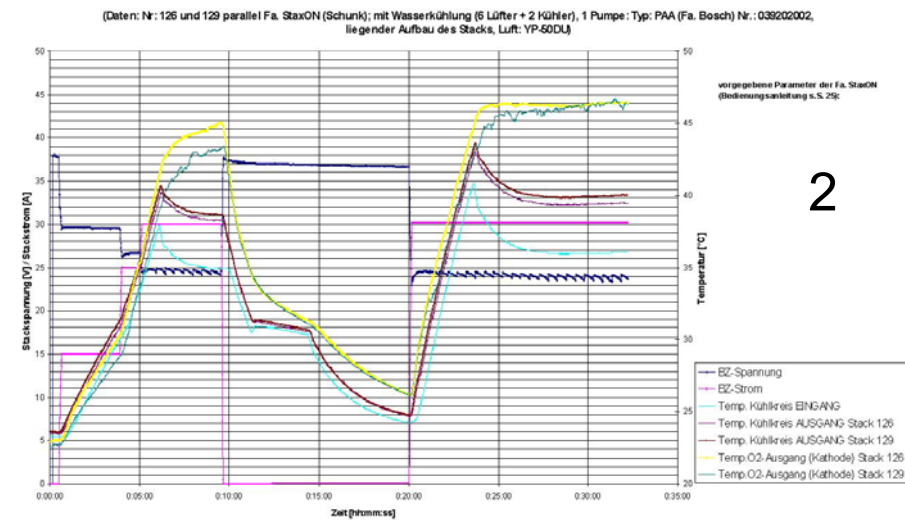
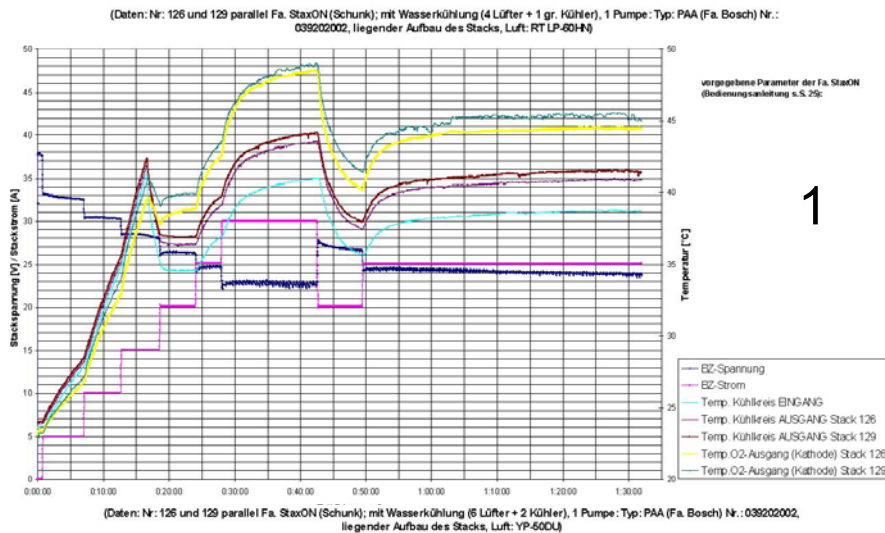
600W-  
1200W



360W

# Kleinfahrzeuge mit H<sub>2</sub>-Luft-Brennstoffzellensystem

## Beispielhafte Betriebsergebnisse mit flüssig-gekühltem Stack



1: Leistungsmessung: 747 W (720W<sub>nom</sub>)

2: Schnellaufheizung: 50 % sofort  
100 %, 5:08 min

3: Minimal-Luftversorgung:  $\lambda = 2,35$

projektiert:  $\lambda = 3,0$



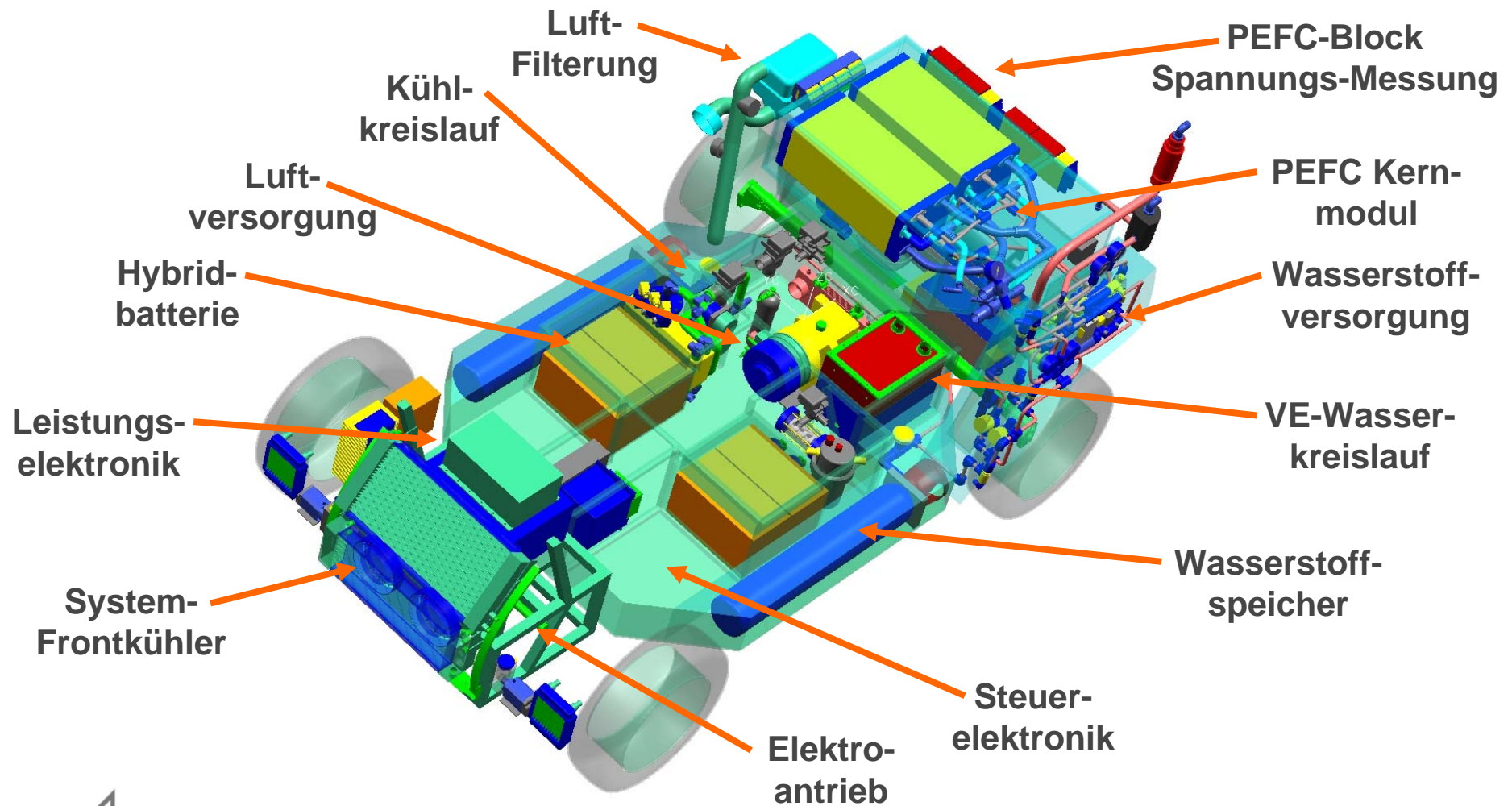
Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag  
Institut für Fahrzeugkonzepte

April 2008

# Brennstoffzellen-Antriebsstrangpackage

Detailblick auf das Systempackage eines 23kW-Systems





# Komponentenpackage des Wasserstoff-Kreislaufkonzeptes

